

Novo laboratório de investigação em Saúde Ocupacional: caracterização de câmara climática Walk-In

A new laboratory for Occupational Health research: characterization of a Walk-In climatic chamber

Carvalhais, Carlos^a; Santos, Joana^b; Guedes, Joana^c; Baptista, J. Santos^d

^{a,b,c,d}PROA/LABIOME/CI GAR/Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal; ^bCISA/Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico do Porto, V.N. Gaia, Portugal; ^amho08029@fe.up.pt; ^bjds@estsp.ipp.pt; ^cjccg@fe.up.pt; ^djsbap@fe.up.pt.

1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, a pesquisa do ambiente térmico em termos ocupacionais tem vindo a ser desenvolvida preferencialmente em ambiente real de trabalho. Se, por um lado, este tipo de pesquisa pode representar fidedignamente a exposição do indivíduo, por outro pode condicionar o aprofundamento e a determinação de outros parâmetros relevantes como, por exemplo, os de matriz fisiológica que apenas são mensuráveis através de equipamentos sofisticados de medição. No entanto, a opção de estudar e monitorizar o ambiente térmico em contexto real, não pode ser justificado pela inexistência de câmaras de ambiente controlado, estas existem. No entanto, em Portugal, têm vindo a ser utilizadas numa outra linha de investigação, onde, por exemplo, são utilizados manequins térmicos e não voluntários humanos.

Existem assim um vazio, uma vez que existe a necessidade de investigação aprofundada em ambiente controlado com pessoas reais, tendo, obviamente, em conta, os principais códigos de ética internacionais. A vantagem desta abordagem perante os estudos em contexto real está na possibilidade de controlar as variáveis de exposição e na possibilidade de monitorizar adequadamente respostas fisiológicas, cognitivas ou comportamentais. Apesar disso, mesmo a nível internacional, alguns autores criticam os estudos laboratoriais com o argumento de não representarem fielmente o ambiente real e existem diferenças entre as sensações térmicas obtidas em câmaras climáticas e nos locais de trabalho (Oseland, 1995).

A investigação pode ser enquadrada em duas áreas fundamentais. A primeira centra-se na caracterização da exposição ao frio e ao calor e procura desenvolver as metodologias adequadas para a sua correta quantificação. Procura traduzir as várias combinações de parâmetros determinantes, em índices capazes de representar eficazmente a sua influência (Oliveira, 2006). A segunda, visa o estudo dos efeitos de condições térmicas adversas nos seres humanos e a compreensão dos fenómenos associados à sua exposição.

A influência do ambiente térmico no bem-estar geral, na performance física e intelectual e na destreza manual, são áreas de estudo emergentes. Dão continuidade à abordagem relacionada com a caracterização das alterações fisiológicas associadas à exposição a ambientes térmicos extremos e ao estudo das patologias associadas. Estes domínios têm constituído áreas de investigação prioritárias a nível internacional. É neste sentido que a recém-criada Unidade de Investigação em Prevenção de Riscos Ocupacionais e Ambientais (PROA), vem trazer a oportunidade de, em Portugal, este tipo de estudos ser levado a cabo de forma sistemática e sustentada, traduzindo-se num contributo para a segurança e saúde ocupacionais não só a nível nacional como internacional.

Um dos equipamentos que permitirá fomentar esta investigação é a nova câmara climática FITOCLIMA 25000 EC20. A motivação dominante do projeto de construção deste equipamento experimental, residiu na necessidade de dispor de um instrumento de investigação sofisticado, capaz de simular a exposição de seres humanos a ambientes térmicos característicos de diversos locais de trabalho e ocupações. Assim, no âmbito do estudo da resposta humana sob condições limite de exposição, foram traçadas duas linhas de investigação principais que envolvem o estudo de locais de trabalho (estufas, fundições, câmaras frigoríficas, indústria extrativa, indústria têxtil, indústria cerâmica, hospitais, pesca, desporto de alta competição, entre outros) e o estudo em condições ambientais controladas em laboratório.

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar e descrever a usabilidade da câmara Climática instalada na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto no novo laboratório da PROA, associada ao Centro de Investigação em Geoambiente e Recursos (CIGAR) e ao Laboratório de Biomecânica da Universidade do Porto (LABIOME).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização Técnica e Estrutural da Câmara Climática FITOCLIMA 25000 EC20

A FITOCLIMA 25000 EC20 é uma câmara climática que se destina ao controlo preciso das condições ambientais, nomeadamente, temperatura e humidade relativa, tendo sido projetada e fabricada para testes climáticos. A sua capacidade útil é de aproximadamente 25000 litros. As dimensões do equipamento encontram-se especificadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões da Câmara Climática

	Largura (m)	Altura (m)	Profundidade (m)
Interior	3,60	2,40	3,20
Exterior	3,81	2,65	3,61

Este equipamento tem como função efetuar testes climáticos em condições controladas de temperatura, humidade, CO₂ e oxigénio, sendo que os dois últimos parâmetros apenas são monitorizados. A ventilação no interior é regulável, forçada e contínua. Para efetuar o controlo das diferentes variáveis de processo, existe um controlador programado com os valores de ensaio. O controlador de temperatura está conectado a um grupo condensador e resistências elétricas de aquecimento. O controlo da humidade relativa é assegurado por um gerador ultrassónico. No que concerne ao CO₂, o seu controlo é efetuado por um sistema de renovação de ar com admissão forçada do exterior e monitorização por um sensor de CO₂. A Tabela 2 resume as especificações técnicas da câmara.

Tabela 2 – Especificações técnicas da Câmara Climática 25000EC20

Parâmetros controláveis	Temperatura, Humidade
Gama de temperatura (*)	-20°C a 50°C, ±0,5°C
Sensor de temperatura	Pt100 80 / 60 x 4mm – Electrotherm Tipo Capacitivo Rotronic XB32
Gama de humidade (*)	30%rH a 98%rH, ±2%rH
Sensor de humidade	Tipo Capacitivo Rotronic XB32
Aquecimento	Resistência 6000W (3x2000W)
Refrigeração	Mecânica por evaporação de R404a
Humidificação	Gerador ultrassónico
Desumidificação	Mecânica por evaporação de R404a
Peso	Aprox. 4500Kg

*Valores indicativos que podem variar dependendo da gama de temperatura

2.2. Outros Dispositivos Experimentais

Nos testes à câmara foram utilizados outros equipamentos de medida no sentido de aferir os valores lidos pelos sensores da câmara, mesmo após a sua calibração por entidade acreditada para o efeito. Os equipamentos de medição da temperatura (°C) e humidade relativa do ar (%), dos níveis de iluminância (lux) e níveis de ruído (dB), foram, a estação microclimática BABUC-A, o luxímetro MAVOLUX5032C/BUSB e o sonómetro 01dB SOLO Premium, respetivamente. Estes equipamentos são calibrados anualmente em laboratório de calibração acreditado, estando aptos para a medição das respetivas variáveis, por cumprirem com os critérios de aceitação aplicáveis.

2.3. Procedimento Experimental

A recolha de dados foi realizada de Março a Julho de 2011. A planificação dos ensaios teve em consideração a utilização futura da câmara. Assim sendo optou-se por estudar as gamas de trabalho que serão utilizadas em primeiro lugar em trabalhos futuros já agendados. As curvas de temperatura e humidade relativa foram efetuadas através da definição dos respetivos *set-points*. Nas curvas de aquecimento/arrefecimento e humidificação/desumidificação o princípio foi o mesmo. Os dados foram monitorizados, em simultâneo, pela estação microclimática BABUC-A e foi efetuada, também, a monitorização dos níveis de ruído produzidos pela câmara.

A determinação dos níveis de iluminância visou essencialmente caracterizar a luminosidade no seu interior e a adequabilidade do sistema de iluminação artificial instalado.

Outras questões relativas à funcionalidade do equipamento foram testadas, nomeadamente a verificação da influência da abertura e fecho de porta nas condições termo-higrométricas da câmara. A gravação de todos os resultados foi efetuada através do software *Fitolog*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de a câmara permitir regulações de temperatura entre -20 °C e 50 °C, nesta fase foi apenas estudado, com maior detalhe, o seu comportamento para temperaturas superiores a 15 °C. Os resultados principais estão relacionados com os tempos de estabilização necessários para os parâmetros controláveis. Na fase de aquecimento (15 a 50 °C) a temperatura demora cerca de 1 hora a estabilizar. A humidade relativa tende a demorar mais tempo. Verificou-se que em condições de estabilidade, quando se modifica o *set-point* da temperatura no sentido de a aumentar, a humidade está programada para diminuir, aumentando apenas quando a temperatura atinge o seu *set-point*. É deste modo minimizada a possibilidade de condensação e os respetivos efeitos em equipamentos que sejam colocados no interior da câmara, nomeadamente os eletrónicos. Na fase de arrefecimento (50 a 15°C) a temperatura demora cerca de 1h16min a estabilizar. Só após a temperatura atingir o seu *set-point* é que a humidade relativa recomeça a aumentar. Constata-se que, de uma maneira geral, quando a temperatura está estável, os tempos de estabilização da humidade relativa são menores, do que quando se pretende que ambos os parâmetros evoluam simultaneamente.

No que concerne ao ruído, os valores médios dos níveis de pressão sonora rondam os 77,9 dB (A) na fase de aquecimento e os 72,7 dB (A) na fase de arrefecimento. Os níveis médios de ruído durante a fase de humidificação são de 57,3 dB (A) e na fase de desumidificação de 68,0 dB (A). Salienta-se que os níveis de pressão sonora foram obtidos para a pior situação durante as fases em que a câmara produz níveis de ruído superiores. Em períodos de estabilização dos parâmetros térmicos os níveis de ruído de fundo oscilam entre os 55 e 60 dB (A). São valores relativamente altos se comparados com

as câmaras equivalentes da Universidade Técnica da Dinamarca cujos valores são inferiores a 35 dB (A), conseguidos após a instalação de silenciadores nos ventiladores (Toftum et al., 2004). A monitorização dos parâmetros térmicos com a estação microclimática BABUC-A mostrou não existirem diferenças significativas entre os dois equipamentos.

No que concerne aos níveis de iluminância, através dos resultados obtidos é possível constatar que, ao longo do dia, os níveis de iluminância no interior da câmara variam acentuadamente. Comparando os valores obtidos com os valores recomendados pela ISO/IEC 8995-1:2002 para locais de trabalho, conclui-se que a utilização da câmara sem o sistema artificial de iluminação ligado poderá ser inadequado, quer em termos de valores médios, quer em termos de uniformidade. Com o sistema de iluminação artificial ligado, garante-se uma grande uniformidade nos níveis de iluminância. Garante-se ainda, de certa forma, que em ensaios futuros em que sejam simuladas atividades laborais, os níveis de iluminância cumpram com os respetivos requisitos (excluindo-se destas, naturalmente, as que necessitem de maior acuidade visual). Ainda assim, a gama de iluminância obtida abrange e adequa-se a um leque assinalável de atividades que poderão ser testadas e estudadas no futuro. Os níveis médios de iluminância durante o dia e com o sistema de iluminação artificial ligado excedem 1150 lux. Ao contrário do ruído, esta é uma vantagem, relativamente às três câmaras climáticas referidas por Toftum (2004) que são iluminadas através de lâmpadas fluorescentes que fornecem uma iluminação uniforme a rondar os 300 lux.

4. CONCLUSÕES

Através dos testes efetuados verificou-se que a utilização da câmara deveter em atenções os tempos de estabilização obtidos e incorporar, no planeamento das campanhas de testes, este fator. Verificou-se ainda que quando a temperatura está estável, a humidade relativa demora menos tempo a estabilizar. Assim, será mais vantajoso efetuar os ensaios fixando a temperatura, fazendo variar a humidade relativa.

Relativamente ao ruído, existe, de facto, um aumento substancial durante as fases de aquecimento / arrefecimento e desumidificação. Todavia em condições de temperatura e humidade relativa estáveis, os níveis de ruído variam entre os 50 a 60 dB (A), valores ainda assim, superiores aos emitidos por outros equipamentos semelhantes. Nestas condições a entrada dos voluntários na câmara apenas deve ter lugar após a estabilização das variáveis requeridas em torno do *set point* definido.

Com a determinação dos níveis de iluminância foi possível constatar a influência da iluminação natural nas condições de luminosidade da câmara. Ainda assim, o sistema artificial de iluminação instalado possibilita a simulação de diversas atividades laborais, abrindo mais uma área para investigação futura.

Em suma, a câmara climática FITOCLIMA 25000 EC20 permite o estudo do impacto de condições térmicas extremas ou moderadas na saúde, conforto e performance humanas. Atualmente, grande parte da atividade científica do PROA está relacionada com a utilização deste equipamento, daí a importância de o testar e verificar o que poderá ser melhorado. Futuramente, a investigação poderá incluir o estudo da exposição simultânea a outros fatores como iluminância, ruído, frio/calor e dióxido de carbono entre outros.

5. REFERÊNCIAS

- Oliveira, A. V. F. M. D. 2006. *Estudo de Ambientes Térmicos Frios - Desenvolvimentos Experimentais e Avaliação de Condições de Trabalho*. Tese de Doutoramento em Ciências de Engenharia Mecânica na especialidade de Climatização e Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Oseland, N. A. 1995. Predicted and reported thermal sensation in climate chambers, offices and homes. *Energy and Buildings*, 23, 105-115.
- Toftum, J., Langkilde, G. & Fanger, P. O. 2004. New indoor environment chambers and field experiment offices for research on human comfort, health and productivity at moderate energy expenditure. *Energy and Buildings*, 36, 899-903.